

Bontà a vista d'occhio

di Leopoldo Lunadei

I consumatori moderni sono informati ed esigenti e nelle loro scelte alimentari prediligono indubbiamente prodotti di qualità elevata, sia sotto il profilo nutrizionale che sensoriale e igienico-sanitario.

Nel caso dei prodotti ortofrutticoli, l'attributo in grado di condizionare maggiormente l'acquisto è sicuramente l'aspetto, inteso come colore, forma, presenza di difetti esterni, ecc. Per questo motivo, dal momento della raccolta fino alla distribuzione, risulta di fondamentale importanza monitorare attentamente tali caratteristiche. A tal fine, sono stati recentemente messi a punto strumenti di ispezione automatica basati sull'uso di telecamere che, attraverso l'elaborazione e l'analisi delle immagini acquisite da campioni di frutta e verdura, permettono una determinazione oggettiva e soprattutto non distruttiva di determinate caratteristiche ottiche di questi

prodotti, facilmente correlabili a ben individuati parametri di qualità. Proprio per la velocità e l'accuratezza delle analisi e per i costi ragionevolmente accessibili, *l'ispezione visiva automatizzata* sta vivendo un momento di robusta crescita nell'ambito dell'industria alimentare.

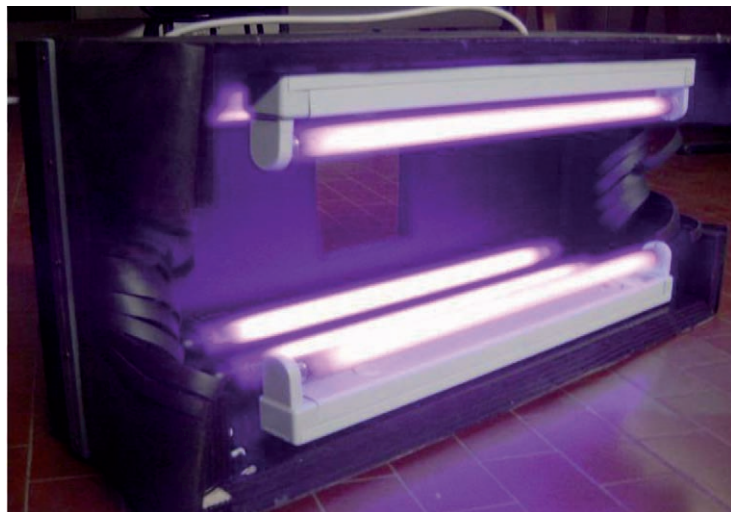
Il sistema di visione

È costituito da *dispositivi di illuminazione*, una *telecamera*, uno *strumento di acquisizione delle immagini* e da un *sistema di elaborazione*, che consentono al contempo di acquisire le informazioni visive, trasformarle in formato digitale ed elaborarle. Gli oggetti da esaminare vengono posizionati di fronte ad una o più telecamere e illuminati con fonti luminose adeguate. Le telecamere focalizzano le immagini su un sensore, che le trasferisce al *frame grabber*. L'immagine digitale così ottenuta viene poi analizzata da un computer, che tramite opportuni

software è in grado di estrapolare le informazioni desiderate. Una buona illuminazione può ridurre la riflessione, le ombre e alcuni tipi di disturbi sul segnale prodotto, tutti problemi che infastidiscono la corretta lettura delle immagini e aumentano i tempi di analisi; la posizione della sorgente luminosa, il tipo di lampada e la qualità del colore devono quindi essere attentamente considerati. La sorgente di luce può essere posizionata sia frontalmente rispetto al campione (soluzione impiegata quando bisogna investigare le caratteristiche della superficie del prodotto, per esempio i difetti presenti sulla buccia), sia dietro ad esso, nelle situazioni in cui si sfrutta il contrasto che si genera per ottenere informazioni sulla forma o per analizzare le parti più interne. Anche il tipo di sorgente luminosa (incandescente, fluorescente, laser, raggi X, infrarosso...) influenza la performance dell'analisi e viene attentamente selezionato a seconda

È possibile valutare la qualità di frutta e verdura dall'elaborazione e analisi di immagini acquisite attraverso moderni sistemi di visione. In modo estremamente efficiente e con tecniche non distruttive.

delle caratteristiche del prodotto da valutare. Di fondamentale importanza risulta l'eliminazione degli effetti provocati dalla luce naturale, che portano ad una cattiva acquisizione dell'immagine. La telecamera comprende l'ottica e il sensore, dispositivi che congiuntamente sono in grado di generare un'immagine. Le telecamere differiscono per la qualità dell'ottica, la possibilità di eseguire zoomate, la qualità e risoluzione del sensore. In particolare, per quanto riguarda i sensori, nei sistemi di visione generalmente si utilizzano quelli CCD (*Charge Coupled Device*), costituiti da una matrice di piccoli componenti di silicio sensibili alle variazioni luminose. Le dimensioni della matrice rappresentano la risoluzione del sensore: maggiore è la risoluzione, maggiore è la qualità delle immagini acquisite. La digitalizzazione converte le immagini in forma numerica: l'immagine è suddivisa in una griglia bidimensionale di piccole



Camera di alloggiamento dei campioni di un sistema di visione dotato di lampade di Wood per analisi in fluorescenza (a sinistra) e telecamera monocromatica da laboratorio con sensore CCD (a destra).

regioni contenenti elementi grafici, detti pixels. La trasformazione del segnale video analogico prodotto da una telecamera nel segnale digitale da utilizzare in un computer avviene grazie al frame grabber che, nelle versioni più economiche, consente solamente l'acquisizione delle immagini, mentre nei modelli più complessi può integrare al suo interno l'intera logica di funzionamento di un sistema di visione. Per eseguire semplici esperimenti è sufficiente un frame grabber costituito da una normale scheda di acquisizione video per PC.

Immagini perfette

Le immagini acquisite vengono poi elaborate, mediante un processo volto a rimuoverne i principali difetti, quali la distorsione geometrica, una messa a fuoco inappropriata, l'illuminazione non uniforme, ecc., e analizzate per mezzo di algoritmi numerici, per fornire informazioni utili nel successivo sistema di controllo. Infatti, attraverso il riconoscimento di determinate caratteristiche del prodotto

che si sta analizzando, quali il colore, la dimensione, la forma e la *texture* (data dalla variazione di intensità tra pixels vicini), è possibile ottenere informazioni sulle proprietà fisiche, chimiche e sensoriali dei prodotti stessi.

È utile per i prodotti agricoli?

I sistemi di visione vengono tipicamente utilizzati in campo agricolo nelle calibratrici ottiche,

per selezionare cioè frutta e ortaggi all'entrata della linea di produzione, in base alle caratteristiche sopracitate. Inoltre, oltre al diametro, al colore e alla presenza di difetti, grazie ai recenti sviluppi e allo studio di algoritmi tridimensionali, è ora possibile:

- identificare l'entità e la tipologia del difetto superficiale, in modo tale da poter selezionare i prodotti con un più alto grado di qualità;
- selezionare efficacemente e con

ottime rese prodotti particolari, come ad esempio l'asparago, la cui sola calibrazione per peso non fornisce sufficienti risposte alla sua qualità, del resto maggiormente legata alla sua colorazione e alla sua morfologia;

- misurare lo stato di maturazione dei singoli frutti, classificandoli in classi distinte, in base allo stadio raggiunto.

Grazie a tali tecnologie e alla messa a punto di nuovi sensori, facilmente miniaturizzabili a costi

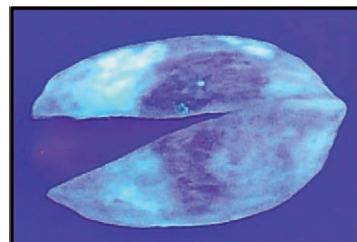


Immagine a colori di un pistacchio apparentemente sano (a sinistra), confrontata con il medesimo campione illuminato con lampada di Wood (a destra), che evidenzia alcune macchie dovute ad alterazione fungina.

sempre più bassi, è possibile raggiungere standard qualitativi sempre più elevati; affinché queste tecnologie si possano adeguatamente diffondere, è però necessario sviluppare anche un sistema informativo che consenta ai consumatori finali di essere consapevoli delle caratteristiche qualitative rilevate in modo oggettivo grazie all'utilizzazione di queste tecniche.

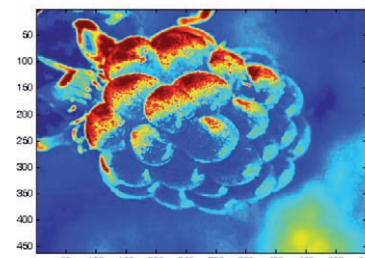
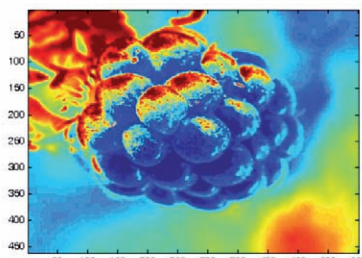
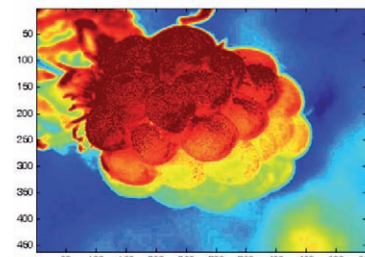


Immagine a colori di un lampone, scomposta nelle tre componenti cromatiche di base (rosso, verde e blu).

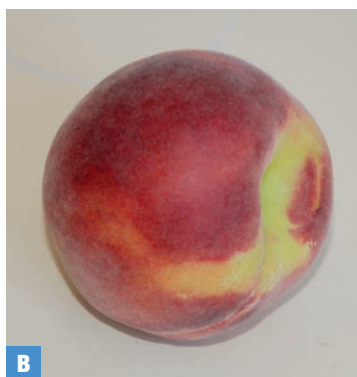
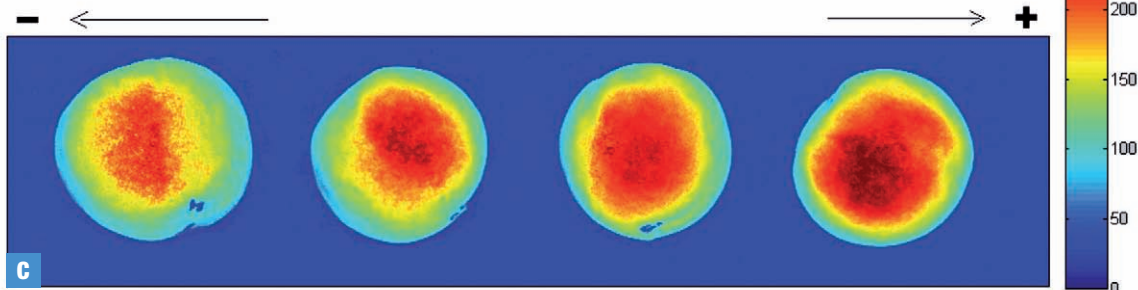


Foto a colori di una pesca non matura (A) e di una pesca matura (B). L'immagine C, acquisita nella banda del Rosso (675 nm), mostra quattro frutti a quattro distinti livelli di maturazione: si nota, infatti, l'aumento della riflessione della luce rossa con il progredire del livello di maturazione (da sinistra a destra), causato dal decrescere del contenuto in clorofilla.



Occhio alla qualità!

Il Gruppo Unitec spa di Lugo (RA), specializzato nelle tecnologie non distruttive per valutare la qualità di frutta e ortaggi freschi, accanto alle tecnologie NIR (vedi MA n. 4/2008) ha sviluppato *Ultravision*®, un sistema di visione per la rilevazione della qualità esterna dei prodotti ortofrutticoli, che può essere installato sulle calibratrici congiuntamente ad altri sistemi elettronici di rilevazione del peso, del calibro ottico, del colore e della qualità interna. Il sistema è flessibile (si può installare su modelli di calibratrice a 1, 2, 4, 6 e 8 canali) ed è programmabile secondo le diverse esigenze. Il sistema è in grado di classificare i prodotti in base alla qualità esterna distinguendo, tramite specifici algoritmi, la frutta senza difetti da quella di seconda e terza scelta, in base al grado di difettosità. Addirittura il picciolo viene correttamente riconosciuto dalla telecamera e non viene assimilato ad un difetto. Oltre ai difetti esterni di superficie, è possibile identificare e classificare anche alcune irregolarità della forma, un aspetto che risulta essere molto importante

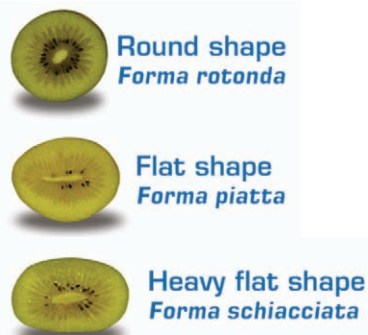


Ultravision di Unitec.

soprattutto per frutti come kiwi e limoni e per alcune verdure, come le zucchine.

Un raggio di luce... blu

Raytec Vision è un'azienda di Collecchio (PR) che da tempo opera nel settore delle selezionatrici ottiche; propone un'ampia gamma di macchine, in grado di classificare i prodotti alimentari in base a forma, colore e difetti esterni, come il modello *Spray*, una selezionatrice a telecamera per medie capacità produttive (fino a 8 t/h), ed il modello *Discovery*, di prestazioni superiori (fino



Classificazione dei difetti di forma del kiwi.

a 15 t/h). Per l'illuminazione entrambe utilizzano la tecnologia LED e consentono di acquisire immagini fino a 6 diverse lunghezze d'onda, permettendo così di analizzare i prodotti in più intervalli spettrali (corrispondenti alle tre componenti cromatiche

fondamentali nel visibile, rosso, verde, blu, e a tre distinte frequenze nell'infrarosso), con una flessibilità applicativa molto ampia. In questo modo, possono essere individuati moltissimi difetti di colore, marciumi e l'eventuale presenza di corpi estranei (organici ed inorganici) sulla superficie. Inoltre, le due selezionatrici possono funzionare con *bluelight*, una tecnologia che per mezzo di LED blu consente di rilevare su prodotti molto trasparenti (come i prodotti in foglia) quei difetti che viceversa risulterebbero invisibili utilizzando i classici sistemi di illuminazione: questi ultimi sono infatti in grado di individuare sul prodotto buono tutti gli elementi che non mostrano le medesime caratteristiche ottiche del prodotto di riferimento, mentre *bluelight* intercetta tutto ciò le cui caratteristiche di colore, consistenza, trasparenza, contenuto di clorofilla, ecc., sono esterne rispetto ad un database di valori relativo a molteplici prodotti di riferimento.

www.unitec-group.com

www.raytecvision.com



Discovery (a sinistra) e Spray (a destra) di Raytec Vision.